

Penerapan dan Pemanfaatan Motor DC Sebagai Penggerak Sepeda Listrik Menggunakan Solar Cell

Dwi Irawan^{1,2,*} dan Jamaaluddin¹

¹Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Jl. Raya Gelam 250, Sidoarjo.

²Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Jl. Raya Gelam, Candi, Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia.

[*Dwi.irawan939@gmail.com](mailto:Dwi.irawan939@gmail.com)

Abstract. Salah satu cara untuk menghemat energi fosil adalah dengan cara memanfaatkan energi alternatif atau terbarukan yang ramah lingkungan. Energi matahari merupakan sumber energi yang sangat menjanjikan mengingat sifatnya yang berkelanjutan serta jumlahnya yang sangat banyak. Matahari merupakan sumber energi yang diharapkan dapat mengatasi permasalahan kebutuhan energi masa depan. Panel surya adalah sumber listrik yang menggunakan sinar matahari sebagai sumbernya. Jumlah energi yang begitu besar yang dihasilkan dari sinar matahari membuat solar sel menjadi alternatif sumber energi masa depan yang sangat menjanjikan. Penggunaan energi surya untuk menggerakkan sepeda adalah menjadi topik pada penelitian. Sepeda listrik dapat bermanfaat untuk transportasi di daerah macet seperti Jakarta. Rancang bangun ini dimulai dengan menentukan kebutuhan energi sehingga dapat ditentukan spek motor listrik dan daya panel surya yang efektif. Untuk mengetahui karakteristik sepeda surya dilakukan pengujian lama waktu pengisian baterai; pengujian kecepatan; serta pengujian performa dalam kondisi jalan elevasi 150, jalan menurun untuk mengisi daya baterai, dan jalan mendatar. Hasil perancangan menunjukkan untuk menggerakkan sepeda listrik dengan kecepatan 5,556 m/detik dengan asumsi massa pengendara 70 kg diperlukan daya motor sebesar 160,278 Watt dan jika menggunakan panel surya 40 WP dan kapasitas baterai sebesar 468 AH, maka sepeda dapat menempuh jarak 11,23 km. [1]

1. Pendahuluan

Perayaan Tahun Baru Dalam Bahasa Indonesia merupakan salah satu kunjungan ke pariwisata Indonesia. Acara ini tentu saja mengubah beban energi listrik. Tenaga listrik penyedia yang mengendalikan dan mengoperasikan listrik di Jawa dan Bali (Jawa, Sistem Kelistrikan Bali) dituntut untuk dapat memastikan kesinambungan permintaan beban pada saat ini, dan memperkirakan untuk akhirat. Peramalan beban jangka pendek sangat perlu didukung oleh metode komputasi untuk simulasi dan validasi[2].

Proses pembangkitan, transmisi, dan distribusi listrik ke pelanggan harus dioperasikan dengan baik karena terkait dengan masalah ekonomi. Salah satu proses perencanaan ini adalah peramalan jangka pendek. Peramalan beban jangka pendek dilakukan satu hari sebelum hari operasi yang memiliki interval waktu perencanaan setiap 30 menit[3].

Solar cell dikenal selama ini masih banyak memiliki kekurangan dalam hal pemasangan dan posisi terhadap matahari, sehingga kinerja solar cell dalam pengisian baterai tidak maksimal. Oleh karena itu diperlukan alat tambahan sebagai pendukung agar solar cell dapat bekerja maksimal, dan arus listrik yang dihasilkan lebih besar[4].

Energi merupakan komponen penting yang tidak dapat dilepaskan dalam kelangsungan hidup manusia. Saat ini, hampir semua aktivitas kehidupan manusia sangat tergantung pada ketersediaan energi terutama sumber energi fosil yang dapat memenuhi kebutuhan energi manusia. Namun, beberapa tahun mendatang penggunaan energi yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya masalah kekurangan sumber energi atau krisis energi. Hal yang sebaiknya dilakukan pada situasi demikian adalah dengan cara melakukan penghematan energi. Salah satu cara untuk menghemat energi adalah dengan cara memanfaatkan energi alternatif atau terbarukan yang ramah lingkungan. Energi terbarukan merupakan energi yang dihasilkan dari sumber daya energi yang secara alamiah tidak akan habis atau cepat dipulihkan dan prosesnya berkelanjutan jika dikelola dengan baik. Selain itu, penggunaan energi terbarukan juga diyakini lebih ramah lingkungan, aman dan terjangkau oleh masyarakat karena dapat mengurangi kerusakan lingkungan dibandingkan energi non terbarukan. Energi matahari sesungguhnya merupakan sumber energi yang sangat menjanjikan mengingat sifatnya yang berkelanjutan serta jumlahnya yang sangat besar. Sel surya merupakan suatu sumber energi listrik yang memanfaatkan cahaya matahari sebagai sumber energi. Jumlah energi yang begitu besar yang dihasilkan dari sinar matahari membuat sel surya menjadi alternatif sumber energi masa depan yang sangat menjanjikan. Proses perancangan sepeda listrik dengan tenaga surya dimulai dengan mencari daya motor listrik dan daya solar sel yang efisien. Dan juga merangkai controller motor listrik dan controller surya. Serta merangkai baterai yang paling efisien guna mempercepat daya pengisian dari panel surya. Data yang diambil berupa waktu

pengisian baterai menggunakan panel surya, kecepatan, jarak tempuh selama satu jam, daya pada jalan menanjak, lurus menurun, dan lurus mendatar, serta daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan sepeda.[5]

2. Landasan Teori

2.1 Rangka Alat

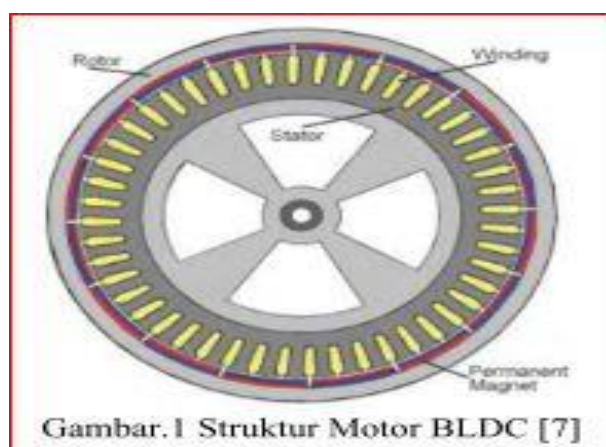
Sepeda merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengangkut atau sebagai sarana transportasi yang ramah lingkungan, pada sepeda terdapat beberapa bagian komponen utama yaitu rangka, ban/roda, rantai, brake system(rem), saddle part, dan sistem kemudi.

2.2 Baterai

Baterai menyimpan energi listrik yang diterimanya dari panel surya dan menyalurkannya ke beban. Baterai juga berfungsi menyediakan daya kepada beban ketika tidak ada cahaya matahari dan harus pula meratakan perubahan- perubahan yang terjadi pada beban. Penentuan daya baterai merupakan perkalian tegangan dan arus yang dihasilkannya dan tegangan terhadap waktu. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui lama waktu pengisian baterai.[1]

2.3 Motor listrik arus searah (DC)

Brushless DC (BLDC) motor adalah pilihan ideal untuk aplikasi yang memerlukan keandalan yang tinggi, efisiensi tinggi, dan tinggi power-to- volume ratio [9]. Secara umum, motor BLDC dianggap motor performa tinggi yang mampu memberikan torsi pada rentang kecepatan yang luas. Secara performa BLDC motor dapat menghasilkan torsi maksimal pada RPM yang rendah dan secara bertahap akan menurun seiring meningkatnya RPM motor [3,6]. Perancangan motor listrik pada penelitian ini dimulai dari menghitung massa sistem dan menentukan torsi minimal untuk menggerakkan sepeda dengan [1] menggunakan pendekatan aerodynamic drag dan rolling resistance



yang diperlukan pada Persamaan.2 dan Persamaan.3.

a. Massa sistem $M_{\text{sepeda}} = M_1 + M_2 + M_3 + M_4$ [Persamaan.1] dengan, M_1 = massa motor M_2 = massa panel M_3 = massa baterai M_4 = massa pengendara

b. Aerodynamic drag $F_a = 2$

[Persamaan.2] dengan, M_1 = massa motor M_2 = massa panel M_3 = massa baterai M_4 = massa pengendara b. Aerodynamic drag $F_a = 2$

[Persamaan.2] dengan, F_a = aerodynamic drag [N] ρ = air density [kg/m^3] = 1.202 kg/m^3 A = surface [m^2] = $1.2 : 3.2 \text{ m}^2$. C_d = coefficient drag = 1,1. v_1 = bike velocity [m/s]. v_2 = wind velocity [m/s]

c. Rolling resistance F_r = [Persamaan.3] dengan, F_r = rolling resistance [N] f_r = coefficient of rolling resistance $\approx 0.015 : 0.02$ (hard surface) $0.2 : 0.3$ (sand) N = berat sepeda [N] m = massa sepeda [kg] g = acceleration due to gravity

d. Gaya Total $F_{\text{total}} = F_a + F_r$ [Persamaan.4]

e. Torsi minimal untuk menggerakkan sepeda = $F_{\text{Total}} R_{\text{roda}}$

[Persamaan.5] dengan, = torsi minimal [Nm] R_{roda} = jari-jari roda sepeda [m].[1]

2.4 Controller motor BLDC

Controller pada motor DC brushless berperan sangat penting dapat dikatakan sebagai penunjang utama operasi motor DC brushless karena motor DC brushless membutuhkan suatu trigger pulsa yang masuk ke bagian elektromagnetik (stator) motor DC brushless untuk memberikan pengaturan besarnya arus yang mengalir sehingga putaran motor dapat diatur secara akurat Hubungan antara putaran motor yang diatur oleh controller dan kecepatan sepeda[1]



Gambar.2 Controller Motor BLDC [2]

2.5 Panel Surya

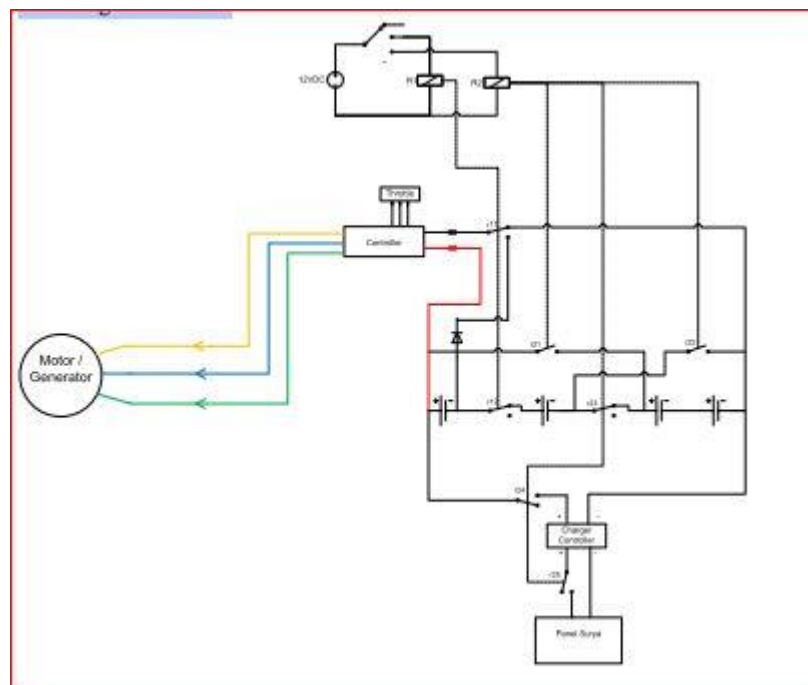
Sel surya Panel sel surya merupakan modul yang terdiri beberapa sel surya yang digabung dalam hubungan seri dan paralel tergantung ukuran dan kapasitas yang diperlukan. Modul sel surya itu menghasilkan energi listrik yang proporsional dengan luas permukaan panel yang terkena sinar matahari. Pada rancang bangun ini digunakan sel surya jenis Polycrystalline

kapasitas 40 Wp.[1]



2.6 Rangkaian sistem dan model rancang bangun

a. Rangkaian sistem



Gambar.7 Blok Diagram Sistem Penggerak

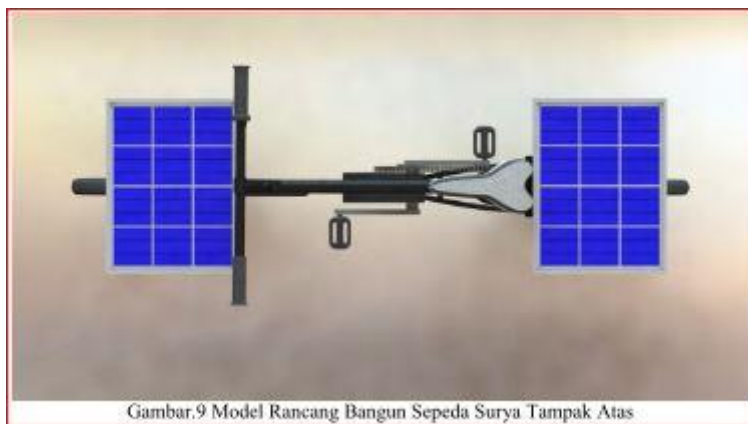
Pada Gambar.7 diperlihatkan blok diagram dari sistem penggerak motor secara keseluruhan. Blok digaram terdiri dari sebuah motor, controller, tiga buah baterai, rectifier, dan throttle. Tiga buah baterai disusun secara seri guna mendapatkan tegangan sebesar 48V. Sistem rectifier berfungsi untuk mengubah arus AC dari mode generator menjadi arus DC untuk mengisi daya baterai. Throttle digunakan untuk mengatur tegangan yang masuk ke controller sehingga dapat mengatur kecepatan motor.

b. Model rancang bangun Model rancang

bangun sepeda listrik menggunakan panel surya ditunjukkan seperti pada Gambar.8-10.



Gambar.8 Model Rancang Bangun Sepeda Surya



Gambar.9 Model Rancang Bangun Sepeda Surya Tampak Atas



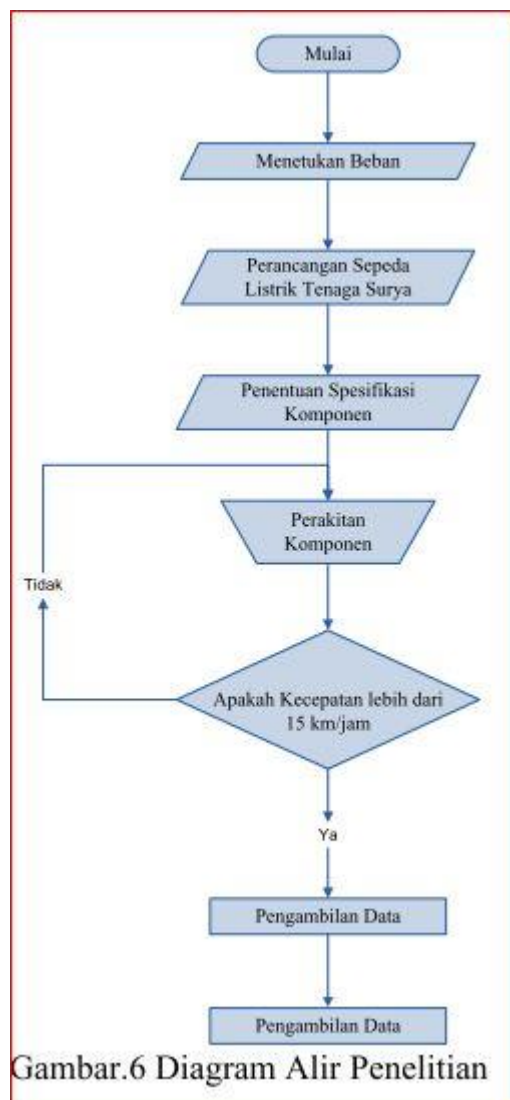
Gambar.10 Model Rancang Bangun Sepeda Surya Tampak Samping

.[1]

3. Metode Penelitian

Penentuan spesifikasi komponen Pelaksanaan ini ditujukan untuk menentukan spesifikasi motor listrik, panel surya, controller motor, controller surya, dan baterai yang akan digunakan, sehingga sesuai dengan kinerja yang diharapkan dan didapatkannya hasil akhir yang maksimal. Perakitan komponen Perakitan komponen ini meliputi; ? Perakitan motor listrik. ?

Perakitan panel surya. ? Perakitan controller dan baterai. Komponen-komponen yang telah di buat, di rangkai menjadi satu kesatuan sepeda listrik tenaga surya. Pengujian lama waktu pengisian baterai oleh panel surya Setelah sepeda listrik tenaga surya telah selesai di rangkai, dilakukan pengujian baterai untuk mengambil data berupa arus dan tegangan terhadap waktu. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui lama waktu pengisian baterai. Pengujian kecepatan tempuh Tujuan pengujian ini adalah mengetahui kecepatan maksimum yang dapat dicapai oleh sepeda dengan asumsi massa beban (orang) sebesar 70 kg. Objek yang diteliti adalah waktu tempuh dan jarak tempuh. Pengujian di berbagai kondisi jalan yang berbeda Setelah didapatkan data dari pengujian kecepatan tempuh, objek yang diuji berikutnya adalah performa sepeda listrik dalam kondisi jalan elevasi, jalan menurun dan jalan mendatar. Data yang diambil berupa arus, tegangan, dan daya motor. Diagram



4. Daftar Pustaka

- [1] B. Nainggolan and F. Inaswara, “RANCANG BANGUN SEPEDA LISTRIK MENGGUNAKAN PANEL,” vol. 15, no. 3, 2016.

- 3rd Annual Applied Science and Engineering Conference (AASEC 2018) IOP Publishing
- [2] Jamaaluddin, I. Robandi, I. Anshory, Manrudz, and R. Rahim, "Application of interval type-2 fuzzy inference system and big bang big crunch algorithm in short term load forecasting new year holiday," *J. Adv. Res. Dyn. Control Syst.*, 2020, doi: 10.5373/JARDCS/V12I2/S202010024.
 - [3] Jamaaluddin, I. Robandi, and I. Anshory, "A very short-term load forecasting in time of peak loads using interval type-2 fuzzy inference system: A case study on java bali electrical system," *J. Eng. Sci. Technol.*, 2019.
 - [4] A. Supriyadi, J. Jamaaluddin, T. Elektro, and U. Muhammadiyah, "Analisa Efisiensi Penjejak Sinar Matahari Dengan Menggunakan," *Jeee-U*, 2018.
 - [5] B. Janriko, "Rancang Bangun Sepeda Motor Listrik," 2017.